

无质子交换膜的燃料电池用电极组件及其制备方法、燃料电池

相关申请的交叉引用

本申请要求于 2021 年 01 月 20 日提交中国国家知识产权局的申请号为 2021100594353、名称为“无质子交换膜的燃料电池用电极组件及其制备方法、燃料电池”的中国专利申请的优先权，其全部内容通过引用结合在本申请中。

技术领域

本申请涉及燃料电池技术领域，具体而言，涉及一种无质子交换膜的燃料电池用电极组件及其制备方法、燃料电池。

背景技术

燃料电池通常由核心元件膜电极组件堆垛或集合而成，且每个膜电极组件都至少包含质子交换膜、正极和负极。其工作原理如下：氢气（或甲醇）被供应到正极，氧气（或空气）被供应到负极，氢气在正极表面电离产生氢离子和电子，电子经外负载电路传导至负极，而氢离子转移通过质子交换膜到达负极，在负极与氧气、电子反应，产生水并释放热能。

膜电极组件的制备一般包括两种方式，一种是在质子交换膜两侧分别涂布包含催化剂和离子交换聚合物的浆料，再与气体扩散层复合，形成正极、质子交换膜、负极依次排布的层叠结构；另一种是在气体扩散层上涂布包含催化剂和离子交换聚合物的浆料得到正极和负极，再与质子交换膜复合，形成正极、质子交换膜、负极依次排布的层叠结构。

上述两种方式形成的燃料电池均使用了质子交换膜，质子交换膜在使用中易发生高温溶胀，即膜基材（如 PTFE）上离子交换聚合物的分解和溶解，从而破坏质子交换膜本身的结构，使其逐渐失去功能，更重要的是会导致质子交换膜与催化剂层的相互脱离，加速燃料电池的老化。

此外，膜电极组件成本约占整个燃料电池的 60% 左右，而质子交换膜是膜电极组件中最为核心的部件之一，迄今最为常用是杜邦公司的 Nafion 系列膜。质子交换膜的使用，制约了燃料电池整体成本的降低。

发明内容

本申请的目的在于提供一种无质子交换膜的燃料电池用电极组件及其制备方法、燃料电池，不需要设置单独的传统质子交换膜，在催化剂层上设置材料仅含有聚合物电解质的聚合物电解质层，即可达到质子交换的目的。

第一方面，本申请提供一种无质子交换膜的燃料电池用电极组件，包括：聚合物电解质层，位于聚合物电解质层的两个表面的负极催化剂层和正极催化剂层。位于负极催化剂层的背离聚合物电解质层的负极扩散层，以及位于正极催化剂层的背离聚合物电解质层的正极扩散层。其中，聚合物电解质层的材料仅含有聚合物电解质。

本申请的电极组件不需要使用传统的质子交换膜，从源头上解决了高温条件下质子交换膜溶胀的问题。

题，且降低了生产成本。且聚合物电解质层的材料仅含有聚合物电解质，能够承受高温，并且质子交换的效果更好。

在一种可能的实施方式中，聚合物电解质层包括全氟磺酸树脂、全氟羧酸树脂、磺化聚醚醚酮树脂、磺化聚砜树脂以及酸液或碱液浸泡的聚苯并咪唑中的至少一种。

在一种可能的实施方式中，聚合物电解质层的厚度为 1-10 μm ；燃料电池用电极组件的厚度小于 200 μm 。聚合物电解质层的厚度较薄，大大小于传统的质子交换膜的厚度，可以减小电极组件的内阻，提高电极组件的能量密度。

在一种可能的实施方式中，负极催化剂层或/和正极催化剂层包括聚合物电解质材料和催化剂活性材料，聚合物电解质材料与聚合物电解质层中的聚合物电解质材料一致。

催化剂层中混合有与聚合物电解质层的材料相同的聚合物电解质粉末，电解质与催化剂颗粒形成链接结构，微小颗粒之间形成不规则的连接、堆叠，从而形成微观孔道，起到气体传输和催化反应的作用，提高了燃料和催化剂颗粒的接触面积。

在一种可能的实施方式中，催化剂活性材料与聚合物电解质材料的质量比为 1: (0.1-0.5)。可选地，催化剂活性材料的粒径范围为 0.1-1 nm，聚合物电解质材料的粒径范围为 0.2-5 μm 。催化剂层的孔隙率为 10%-90%。

可以调节催化剂层的孔隙率，从而在保证催化效果的情况下，提高燃料和催化剂颗粒的接触面积。

在一种可能的实施方式中，催化剂活性材料包括贵金属催化剂，或/和金属氧化物催化剂；可选地，贵金属催化剂包括 Pt 催化剂、Pt 基复合催化剂和 Pt/C 催化剂中的至少一种；可选地，金属氧化物催化剂包括铈氧化物、铷氧化物和钨氧化物中至少一种。

在一种可能的实施方式中，负极扩散层或/和正极扩散层的材料选自碳纤维纸、碳纤维编织布、碳黑纸、泡沫金属和无纺织物中的一种。可选地，泡沫金属选自泡沫镍、泡沫铜、泡沫铝、泡沫锌和泡沫钛中的一种。可选地，负极扩散层和正极扩散层均为碳纤维纸。

第二方面，本申请提供一种燃料电池，包括负极导气槽、正极导气槽和设置于负极导气槽和正极导气槽之间的上述燃料电池用电极组件。

第三方面，本申请提供上述燃料电池用电极组件的制备方法，包括：在正极扩散层形成正极催化剂层得到正极电极；在负极扩散层上形成负极催化剂层得到负极电极；并在正极催化剂层或/和负极催化剂层上生长聚合物电解质层。将正极电极和负极电极复合使聚合物电解质层位于正极催化剂层和负极催化剂层之间。

通过上述方法能够制备出不需要传统质子交换膜的电解组件，且能够使制备的仅含有聚合物电解质材料的聚合物电解质层，满足质子通过的情况下同时阻止电子传递，并且能够在高温条件下工作，质子传输效果更好。

在一种可能的实施方式中，在正极扩散层上形成正极催化剂层的同时形成聚合物电解质树脂层得到

正极电极。或/和在负极扩散层上形成负极催化剂层的同时形成聚合物电解质树脂层得到负极电极。将正极电极和负极电极复合使聚合物电解质树脂层位于正极催化剂层和负极催化剂层之间。

在制备催化剂层的同时制备聚合物电解质树脂层，不需要使用单独的质子交换膜来制备电极组件，制备较为方便，且省去了传统的质子交换膜的使用。

在一种可能的实施方式中，正极电极或/和负极电极的制备方法，包括：将催化剂活性材料、催化剂溶剂和聚合物电解质树脂混合得到催化剂浆料。将催化剂浆料涂覆于扩散层的表面并固化，使扩散层上形成靠近扩散层的催化剂层以及远离扩散层的聚合物电解质树脂层。

在固化催化剂浆料层的时候，可以使催化剂和部分聚合物电解质树脂沉积在靠近扩散层的一侧形成催化剂层，部分聚合物电解质上浮，干燥的同时生长出较薄的聚合物电解质层结构，以满足质子通过的情况下同时阻止电子传递。

可选地，聚合物电解质树脂包括全氟磺酸树脂、全氟羧酸树脂、磺化聚醚醚酮树脂和磺化聚砜树脂中的至少一种。

可选地，聚合物电解质树脂在催化剂浆料中的质量浓度为 2%-20%，催化剂活性材料在催化剂浆料中的质量浓度为 5%-45%，催化剂活性材料与聚合物电解质树脂的质量比为 1: (0.2-0.5)。

在一种可能的实施方式中，催化剂浆料中还包括高沸点溶剂，高沸点溶剂的沸点大于催化剂溶剂的沸点。可以避免溶剂快速挥发，可以使聚合物电解质能够和催化剂能够有足够的时间进行物理分离，以便催化剂沉积，聚合物电解质上浮形成聚合物电解质层。

可选地，催化剂溶剂包括异丙醇、乙醇、甲醇和丙醇中的至少一种，高沸点溶剂包括乙二醇或甘油。

可选地，催化剂浆料中还包括开孔剂，以调节催化剂层的孔隙率。

可选地，开孔剂为乙酸铵、硫酸铵和碳酸氢铵中的至少一种。可选地，催化剂活性材料与高沸点溶剂和开孔剂的质量比为 1: (0.1-3) : (0.1-0.33)。

在一种可能的实施方式中，在正极扩散层上形成正极催化剂层的同时形成多孔聚合物层得到正极电极。或/和在负极扩散层上形成负极催化剂层的同时形成多孔聚合物层得到负极电极。将多孔聚合物层浸泡在酸液或碱液中，干燥后形成聚合物电解质层。将正极电极和负极电极复合使聚合物电解质层位于正极催化剂层和负极催化剂层之间。

在制备催化剂层的同时制备多孔聚合物层，然后浸泡酸液或碱液以后，形成具有质子交换功能的聚合物电解质层，不需要使用单独的传统质子交换膜来制备电极组件，制备较为方便，且省去了传统的质子交换膜的使用。

可选地，酸液为磷酸溶液、硫酸溶液、盐酸溶液或硝酸溶液。可选地，酸液的质量浓度为 5%-15%；

可选地，碱液是氢氧化钠溶液或/和氢氧化钾溶液；可选地，碱液的质量浓度为 5%-15%。在一种可能的实施方式中，正极电极或/和负极电极的制备方法，包括：将催化剂活性材料、催化剂溶剂和多孔聚合物混合得到催化剂浆料。将催化剂浆料涂覆于扩散层的表面，干燥使扩散层上形成靠近扩散层的催化

剂层以及远离扩散层的多孔聚合物层。

在固化催化剂浆料层的时候，可以使催化剂和部分多孔聚合物层沉积在靠近扩散层的一侧形成催化层，部分多孔聚合物层上浮，干燥的同时生长出较薄的多孔聚合物层结构，以便后续进行电极组件的制备。

可选地，聚合物电解质的材料包括聚苯并咪唑。可选地，多孔聚合物在催化剂浆料中的质量浓度为 2%-20%，催化剂活性材料在催化剂浆料中的质量浓度为 5%-45%，催化剂活性材料与多孔聚合物的质量比为 1: (0.2-0.5)。

可选地，催化剂浆料中还包括高沸点溶剂，高沸点溶剂的沸点大于催化剂溶剂的沸点。

可选地，催化剂溶剂包括异丙醇、乙醇、甲醇和丙醇中的至少一种。高沸点溶剂包括乙二醇或甘油。

可选地，催化剂浆料中还包括开孔剂；可选地，开孔剂包括乙酸铵、硫酸铵和碳酸氢铵中的至少一种。

可选地，催化剂活性材料与高沸点溶剂和开孔剂的质量比为 1: (0.1-3) : (0.1-0.33)。

在一种可能的实施方式中，在正极扩散层上形成正极催化层得到正极电极，在负极扩散层上形成负极催化层得到负极电极。将正极电极或/和负极电极的催化层浸泡在聚合物电解质树脂溶液中，干燥后在催化层上形成聚合物电解质树脂层。将正极电极和负极电极复合使聚合物电解质树脂层位于正极催化层和负极催化层之间。

通过浸泡的方式形成一层单独的聚合物电解质树脂层，以便起到质子交换的作用，不需要使用单独的质子交换膜来制备电极组件，制备较为方便，且省去了传统的质子交换膜的使用。

可选地，聚合物电解质树脂溶液的质量浓度为 3%-10%；可选地，聚合物电解质树脂包括全氟磺酸树脂、全氟羧酸树脂、磺化聚醚醚酮树脂和磺化聚砜树脂中的至少一种。在一种可能的实施方式中，在正极扩散层上形成正极催化层得到正极电极，在负极扩散层上形成负极催化层得到负极电极。将正极电极或/和负极电极的催化层浸泡在多孔聚合物溶液中，干燥后在催化层上形成多孔聚合物层。将多孔聚合物层浸泡在酸液或碱液中，干燥后形成聚合物电解质层；将正极电极和负极电极复合使聚合物电解质层位于正极催化层和负极催化层之间。

先通过浸泡的方式形成一层单独的多孔聚合物层，然后浸泡酸液或碱液，形成具有质子交换功能的聚合物电解质层，不需要使用单独的传统质子交换膜来制备电极组件，制备较为方便，且省去了传统的质子交换膜的使用。

可选地，多孔聚合物树脂溶液的质量浓度为 3%-10%；可选地，多孔聚合物树脂为聚苯并咪唑。

可选地，酸液为磷酸溶液、硫酸溶液、盐酸溶液或硝酸溶液；可选地，酸液的质量浓度为 5%-15%。

可选地，碱液是氢氧化钠溶液或/和氢氧化钾溶液；可选地，碱液的质量浓度为 5%-15%。

在一种可能的实施方式中，正极电极或/和负极电极的制备方法，包括：将催化剂活性材料、催化剂溶剂和疏水性聚合物混合得到催化剂浆料。将催化剂浆料涂覆于扩散层的表面，干燥使扩散层上形成催

化剂层。

先形成催化剂层，且催化剂层中包括疏水性聚合物和催化剂颗粒，一方面，乳液是颗粒状，颗粒与颗粒之间粘结，避免乳液将催化剂包覆住，可以使催化剂与燃料气之间具有足够的接触面积，提高反应速率；另一方面，可以使催化剂层的疏水性更好，表面反应产生的水对后续的催化反应造成影响。

可选地，疏水性聚合物为 PTFE 乳液或二甲基硅油。可选地，疏水性聚合物在催化剂浆料中的质量浓度为 2%-20%，催化剂活性材料在催化剂浆料中的质量浓度为 5%-45%，催化剂活性材料与疏水性聚合物的质量比为 1: (0.2-0.5)。

在一种可能的实施方式中，催化剂浆料中还包括开孔剂，以调节催化剂层的孔隙率。可选地，开孔剂包括乙酸铵、硫酸铵和碳酸氢铵中的至少一种。可选地，催化剂活性材料与开孔剂的质量比为 1: (0.1-0.33)。

附图说明

为了更清楚地说明本申请实施例的技术方案，下面将对实施例中所需要使用的附图作简单地介绍，应当理解，以下附图仅示出了本申请的某些实施例，因此不应被看作是对范围的限定，对于本领域普通技术人员来讲，在不付出创造性劳动的前提下，还可以根据这些附图获得其他相关的附图也属于本申请的保护范围。

图 1 为本申请实施例提供的电极组件的第一结构示意图；

图 2 为本申请实施例提供的电极组件的第二结构示意图；

图 3 为本申请实施例 1 提供的电池正极的第一扫描电镜图；

图 4 为本申请实施例 1 提供的电池正极的第二扫描电镜图；

图 5 为本申请实施例 1 提供的电池正极的第三扫描电镜图。

图标：110-正极扩散层；120-正极催化剂层；130-负极扩散层；140-负极催化剂层；150-聚合物电解质层。

具体实施方式

发明人研究发现，目前使用的质子交换膜通常是 Nafion 系列膜，例如：全氟磺酸质子交换膜，其是由全氟磺酸树脂加热到熔融状态后（一般温度控制在 160-230℃之间）进行挤塑成膜，成膜后加热到软化状态进行复合和增强得到。全氟磺酸质子交换膜用来制备 MEA 膜电极以后，然后制备得到燃料电池。该燃料电池在超过 60℃的条件下进行工作时，发电能力将大幅下降；在超过 80℃的条件下进行工作时，质子交换膜将发生变化，严重影响燃料电池的安全性。出现上述问题的原因主要在于：高温条件下质子交换膜会发生溶胀。

图 1 为本申请实施例提供的电极组件的第一结构示意图；图 2 为本申请实施例提供的电极组件的第二结构示意图。请参阅图 1 和图 2，本申请的电极组件不需要使用质子交换膜，从源头上解决了高温条件下质子交换膜溶胀的问题，且降低了生产成本。

本申请提供的电极组件的制备方法包括：在正极扩散层 110 形成正极催化剂层 120 得到正极电极；在负极扩散层 130 上形成负极催化剂层 140 得到负极电极；并在正极催化剂层 120 或/和负极催化剂层 140 上生长聚合物电解质层 150。将正极电极和负极电极复合使聚合物电解质层 150 位于正极催化剂层 120 和负极催化剂层 140 之间。

请参阅图 1，在正极催化剂层 120 和负极催化剂层 140 上均生长聚合物电解质层 150，形成图 1 所示的电极组件。请参阅图 2，在正极催化剂层 120 上生长聚合物电解质层 150，形成图 2 所示的电极组件。当然，在其他实施例中，还可以仅在负极催化剂层 140 上生长聚合物电解质层 150，本申请不做限定。

本申请中，该聚合物电解质层 150 的材料仅含有聚合物电解质，能够满足质子通过的情况下同时阻止电子传递，其不同于现有技术中的质子交换膜，不需要进行膜结构的制备，直接生长在催化剂层上，聚合物电解质层 150 厚度较薄且均匀，可以减小电极组件的内阻，提高电极组件的能量密度。

进一步地，本申请提供的电极组件可以通过多种方式进行制备，下面对其中的三种制备方法进行一一描述：

第一种：

S110，制备催化剂浆料

将催化剂活性材料、催化剂溶剂和聚合物电解质树脂混合得到催化剂浆料。

上述的聚合物电解质树脂包括全氟磺酸树脂、全氟羧酸树脂、磺化聚醚醚酮树脂和磺化聚砜树脂中的至少一种。例如：聚合物电解质溶液为全氟磺酸树脂溶液、全氟羧酸树脂溶液、磺化聚醚醚酮树脂溶液和磺化聚砜树脂溶液中的至少一种。

可选地，聚合物电解质树脂在催化剂浆料中的质量浓度为 2%-20%。示例性地，聚合物电解质树脂在催化剂浆料中的质量浓度为 2%、5%、10%、15%或 20%。

上述的催化剂活性材料包括贵金属催化剂，或/和金属氧化物催化剂。例如：催化剂活性材料为金属催化剂，或催化剂活性材料为金属氧化物催化剂，或催化剂活性材料为金属催化剂和金属氧化物催化剂的混合物。

可选地，贵金属催化剂包括 Pt 催化剂、Pt 基复合催化剂和 Pt/C 催化剂中的至少一种；金属氧化物催化剂包括铈氧化物、铷氧化物和钇氧化物中至少一种。

可选地，催化剂活性材料在催化剂浆料中的质量浓度为 5%-45%。示例性地，催化剂活性材料在催化剂浆料中的质量浓度为 5%、15%、25%、35%或 45%。

可选地，催化剂活性材料与聚合物电解质树脂的质量比为 1: (0.2-0.5)。示例性地，催化剂活性材料与聚合物电解质树脂的质量比为 1:0.2、1:0.3、1:0.4 或 1:0.5。

进一步地，催化剂活性材料的粒径范围为 0.1-1 nm，聚合物电解质树脂材料的粒径范围为 0.2-5 μm 。作为示例性地，催化剂活性材料的粒径范围为 0.1-0.5 nm 或 0.5-1 nm，聚合物电解质材料的粒径范围为 0.2-1 μm ，1-3 μm 或 3-5 μm 。

上述的催化剂溶剂可以是水、有机溶剂等。例如：有机溶剂可以是异丙醇、乙醇、甲醇和丙醇中的至少一种。

本申请实施例中，为了提高催化剂浆料的性能，还可以在催化剂浆料中添加高沸点溶剂（高沸点溶剂的沸点大于催化剂溶剂的沸点）、开孔剂等。可选地，高沸点溶剂为乙二醇或甘油；开孔剂包括乙酸铵、硫酸铵和碳酸氢铵中的至少一种。

可选地，催化剂活性材料与所述高沸点溶剂和所述开孔剂的质量比为 1: (0.1-3) : (0.1-0.33)。作为示例性地，催化剂活性材料与所述高沸点溶剂和所述开孔剂的质量比为 1:0.1:0.1、1:3:0.33、1:1:0.2 或 1:2:0.3。

S120，制备正极电极和负极电极

将催化剂浆料涂覆于扩散层的表面并固化，使扩散层上形成靠近扩散层的催化剂层以及远离扩散层的聚合物电解质树脂层。

可选地，将扩散层加热至 40-120℃时，将催化剂浆料喷涂至扩散层表面，然后进行固化。可选地，固化在 80-150℃的条件下进行。

上述的扩散层选自碳纤维纸、碳纤维编织布、碳黑纸、泡沫金属和无纺布中的一种。可选地，泡沫金属选自泡沫镍、泡沫铜、泡沫铝、泡沫锌和泡沫钛中的一种。进一步地，负极扩散层 130 和正极扩散层 110 均为碳纤维纸。

对于正极电极：先将正极扩散层 110 加热至 40-120℃，然后将调配好的正极催化剂浆料均匀喷涂至正极扩散层 110 的一表面，喷涂好了以后，在 80-150℃的条件下固化，固化 1-6 h，使正极扩散层 110 上形成靠近正极扩散层 110 的正极催化剂层 120 以及远离正极扩散层 110 的聚合物电解质层，以作为正极电极进行使用。

对于负极电极：先将负极扩散层 130 加热至 40-120℃，然后将调配好的负极催化剂浆料均匀喷涂至负极扩散层 130 的一表面，喷涂好了以后，在 80-150℃的条件下固化，固化 1-6 h，使负极扩散层 130 上形成靠近负极扩散层 130 的负极催化剂层 140 以及远离负极扩散层 130 的聚合物电解质层，以作为负极电极进行使用。

需要说明的是，在进行正极电极和负极电极的制备的时候，并不是正极电极和负极电极的催化剂浆料都需要是步骤 S110 制备得到的催化剂浆料，其中的正极电极或/和负极电极的制备的时候使用步骤 S110 制备得到的催化剂浆料即可。

S130，制备电极组件

将 S120 制备的正极电极和负极电极复合使聚合物电解质层 150 位于正极催化剂层 120 和负极催化剂层 140 之间。

可选地，将 S120 制备的正极电极和负极电极贴合在一起，且使聚合物电解质层 150 位于正极催化剂层 120 和负极催化剂层 140 之间，然后在热压温度为 100-150℃、压力为 0.1-0.4MPa 的条件下热压 120-300 s。

如果是正极电极的正极催化剂层 120 的远离正极扩散层 110 的一侧形成了聚合物电解质层 150，用普通的催化剂浆料进行负极电极的制备，负极催化剂层 140 上没有形成聚合物电解质层 150，则制备的

电极组件的负极催化剂层 140 和正极催化剂层 120 之间具有一层聚合物电解质层 150（如图 2）。

如果是负极电极的负极催化剂层 140 的远离负极扩散层 130 的一侧形成了聚合物电解质层 150，用普通的催化剂浆料进行正极电极的制备，正极催化剂层 120 上没有形成聚合物电解质层 150，则制备的电极组件的负极催化剂层 140 和正极催化剂层 120 之间具有一层聚合物电解质层 150。

如果是正极电极的正极催化剂层 120 的远离正极扩散层 110 的一侧形成了聚合物电解质层 150，负极电极的负极催化剂层 140 的远离负极扩散层 130 的一侧形成了聚合物电解质层 150，则制备的电极组件的负极催化剂层 140 和正极催化剂层 120 之间具有两层聚合物电解质层 150（如图 1）。

第二种：

S210，制备催化剂浆料

将催化剂活性材料、催化剂溶剂和多孔聚合物混合得到催化剂浆料。

上述的催化剂活性材料与第一种方法中的催化剂活性材料一致，此处不再赘述。上述的溶剂与第一种方法中的溶剂一致，此处不再赘述。本实施例中，催化剂浆料中还可以包括高沸点溶剂和/或开孔剂，高沸点溶剂、开孔剂与第一种方法中的一致，此处不再赘述。

上述的多孔聚合物为聚苯并咪唑。可选地，多孔聚合物在催化剂浆料中的质量浓度为 2%-20%。作为示例性地，多孔聚合物在催化剂浆料中的质量浓度为 2%、5%、10%、15%或 20%。

可选地，催化剂活性材料在催化剂浆料中的质量浓度为 5%-45%，作为示例性地，催化剂活性材料在催化剂浆料中的质量浓度为 5%、10%、15%、20%、25%、30%、35%、40%或 45%。

催化剂活性材料与多孔聚合物的质量比为 1: (0.2-0.5)。作为示例性地，催化剂活性材料与多孔聚合物的质量比为 1:0.2、1:0.3、1:0.4 或 1:0.5。本申请实施例中，为了提高催化剂浆料的性能，还可以在催化剂浆料中添加高沸点溶剂（高沸点溶剂的沸点大于催化剂溶剂的沸点）、开孔剂等。可选地，高沸点溶剂为乙二醇或甘油；开孔剂包括乙酸铵、硫酸铵和碳酸氢铵中的至少一种。

可选地，催化剂活性材料与所述高沸点溶剂和所述开孔剂的质量比为 1: (0.1-3) : (0.1-0.33)。作为示例性地，催化剂活性材料与所述高沸点溶剂和所述开孔剂的质量比为 1:0.1:0.1、1:3:0.33、1:1:0.2 或 1:2:0.3。

S220，制备正极电极和负极电极

将催化剂浆料涂覆于扩散层的表面，干燥使扩散层上形成靠近扩散层的催化剂层以及远离扩散层的多孔聚合物层，将多孔聚合物层浸泡在酸液或碱液中，干燥后形成聚合物电解质层。

可选地，将扩散层加热至 60-180℃时，将催化剂浆料喷涂至扩散层表面，然后进行固化。可选地，固化在 80-160℃的条件下进行。

上述的扩散层与第一种方法中的扩散层一致，此处不再赘述。

对于正极电极：先将正极扩散层 110 加热至 60-180℃，然后将调配好的正极催化剂浆料均匀喷涂至正极扩散层 110 的一表面，喷涂好了以后，在 80-160℃的条件下固化，固化 1-5 h，使正极扩散层 110 上形成靠近正极扩散层 110 的正极催化剂层 120 以及远离正极扩散层 110 的多孔聚合物层，此时，多孔聚合物层还不能够起到满足质子通过并阻止电子传递的作用，然后在酸液或碱液中浸泡 5-4 h 以后在 80-200℃的条件下烘干以作为正极电极，可以得到能够满足质子通过并阻止电子传递的聚合物电解质层

150。

对于负极电极：先将负极扩散层 130 加热至 60-180℃，然后将调配好的负极催化剂浆料均匀喷涂至负极扩散层 130 的一表面，喷涂好了以后，在 80-160℃的条件下固化，固化 1-5 h，使负极扩散层 130 上形成靠近负极扩散层 130 的负极催化层 140 以及远离负极扩散层 130 的多孔聚合物层，此时，多孔聚合物层还不能够起到满足质子通过并阻止电子传递的作用，然后在酸液或碱液中浸泡 5-4 h 以后在 80-200℃的条件下烘干以作为负极电极，可以得到能够满足质子通过并阻止电子传递的聚合物电解质层 150。

需要说明的是，在进行正极电极和负极电极的制备的时候，并不是正极电极和负极电极的催化剂浆料都需要是步骤 S210 制备得到的催化剂浆料，其中的正极电极或/和负极电极的制备的时候使用步骤 S210 制备得到的催化剂浆料即可。

本申请实施例中，酸液为磷酸溶液、硫酸溶液、盐酸溶液或硝酸溶液。可选地，酸液的质量浓度为 5%-15%；作为示例性地，酸液的质量浓度为 5%、8%、12%或 15%。

本申请实施例中，碱液是氢氧化钠溶液或/和氢氧化钾溶液；可选地，碱液的质量浓度为 5%-15%；作为示例性地，碱液的质量浓度为 5%、8%、12%或 15%。

S230，制备电极组件

将步骤 S220 制备的正极电极和负极电极复合使聚合物电解质层 150 位于正极催化层 120 和负极催化层 140 之间。

可选地，将 S220 制备的正极电极和负极电极贴合在一起，且使聚合物电解质层 150 位于正极催化层 120 和负极催化层 140 之间，然后在热压温度为 100-150℃、压力为 0.1-0.4MPa 的条件下热压 120-300 s。

第二种方法中，也可以与第一种方法一样，形成具有一层聚合物电解质层 150 或两层聚合物电解质层 150 的电极组件（如图 1 和图 2），此处不再赘述。

第三种：

S310，制备催化剂浆料

将催化剂活性材料、催化剂溶剂和疏水性聚合物混合得到催化剂浆料。

上述的催化剂活性材料与第一种方法中的催化剂活性材料一致，此处不再赘述。上述的溶剂与第一种方法中的溶剂一致，此处不再赘述。本实施例中，催化剂浆料中还可以包括高沸点溶剂和/或开孔剂，高沸点溶剂、开孔剂与第一种方法中的一致，此处不再赘述。

上述的疏水性聚合物为 PTFE 乳液或二甲硅油。可选地，疏水性聚合物在催化剂浆料中的质量浓度为 2%-20%，示例性地，疏水性聚合物在催化剂浆料中的质量浓度为 2%、5%、10%、15%或 20%。

可选地，催化剂活性材料在催化剂浆料中的质量浓度为 5%-45%，示例性地，催化剂活性材料在催化剂浆料中的质量浓度为 5%、10%、15%、20%、25%、30%、35%或 45%。

可选地，催化剂活性材料与疏水性聚合物的质量比为 1: (0.2-0.5)。作为示例性地，催化剂活性材料与疏水性聚合物的质量比为 1:0.2、1:0.3、1:0.4 或 1:0.5。

本申请实施例中，为了提高催化剂浆料的性能，还可以在催化剂浆料中添加开孔剂等。开孔剂包括

乙酸铵、硫酸铵和碳酸氢铵中的至少一种。

可选地，催化剂活性材料与所述开孔剂的质量比为 1: (0.1-0.33)。作为示例性地，催化剂活性材料与所述高沸点溶剂和所述开孔剂的质量比为 1:0.1、1:0.33、1:0.2 或 1:0.3。

S320, 制备正极电极和负极电极

将催化剂浆料涂覆于扩散层的表面，干燥使扩散层上形成催化剂层，然后浸泡在聚合物电解质溶液中，干燥使催化剂层的表面生长聚合物电解质层 150 形成电极；其中，聚合物电解质溶液的质量浓度为 3%-8%。

上述的聚合物电解质的材料包括全氟磺酸树脂、全氟羧酸树脂、磺化聚醚醚酮树脂、磺化聚砜树脂以及酸液或碱液浸泡的聚苯并咪唑中的至少一种。可选地，聚合物电解质溶液的质量浓度为 3%、5%、7%或 8%。

如果聚合物电解质溶液包括全氟磺酸树脂溶液、全氟羧酸树脂溶液、磺化聚醚醚酮树脂溶液和磺化聚砜树脂溶液中的至少一种，则电极的制备方法如下：将扩散层加热至 60-110℃时，将步骤 S310 的催化剂浆料喷涂至扩散层表面，然后在 100-180℃的条件下烘 30-120min，使扩散层的表面形成催化剂层。将具有催化剂层的扩散层置于聚合物电解质溶液（溶剂为异丙醇）中浸泡 12-24 h，取出后再 80-190℃的条件下烘干，使催化剂层表面形成聚合物电解质层 150 结构。

如果聚合物电解质溶液为聚苯并咪唑溶液，则电极的制备方法如下：将扩散层加热至 60-110℃时，将步骤 S310 的催化剂浆料喷涂至扩散层表面，然后在 100-180℃的条件下烘 30-120min，使扩散层的表面形成催化剂层。将具有催化剂层的扩散层置于聚合物电解质溶液（溶剂为异丙醇）中浸泡 12-24 h，取出后再 80-190℃的条件下烘干，然后再在酸液或碱液（酸液为磷酸溶液。可选地，碱液是氢氧化钠溶液或/和氢氧化钾溶液）中浸泡 12-24 h，取出烘干使催化剂层表面形成聚合物电解质层 150 结构。

需要说明的是，在进行正极电极和负极电极的制备的时候，并不是正极电极和负极电极的催化剂浆料都需要浸泡聚合物电解质溶液来形成聚合物电解质层 150，其中的正极电极或/和负极电极浸泡聚合物电解质溶液形成聚合物电解质层 150 即可。

S330, 制备电极组件

将步骤 S320 制备的正极电极和负极电极复合使聚合物电解质层 150 位于正极催化剂层 120 和负极催化剂层 140 之间。

可选地，将 S320 制备的正极电极和负极电极贴合在一起，且使聚合物电解质层 150 位于正极催化剂层 120 和负极催化剂层 140 之间，然后在热压温度为 100-150℃、压力为 0.1-0.4MPa 的条件下热压 120-300 s。

第三种方法中，也可以形成具有一层聚合物电解质层 150 或两层聚合物电解质层 150 的电极组件（如图 1 和图 2），此处不再赘述。

上述三种制备方法均能够形成未设置质子交换膜的电极组件。该电极组件包括聚合物电解质层 150；位于聚合物电解质层 150 的两个表面的负极催化剂层 140 和正极催化剂层 120；位于负极催化剂层 140 的背离聚合物电解质层 150 的负极扩散层 130，以及位于正极催化剂层 120 的背离聚合物电解质层 150 的正极扩散层 110；其中，聚合物电解质层 150 生长在负极催化剂层 140 或/和正极催化剂层 120。

可选地, 聚合物电解质包括全氟磺酸树脂、全氟羧酸树脂、磺化聚醚醚酮树脂、磺化聚砜树脂以及酸液或碱液浸泡的聚苯并咪唑中的至少一种。

本申请实施例中, 聚合物电解质层 150 的厚度为 1-10 μm ; 燃料电池用电极组件的厚度小于 200 μm 。聚合物电解质层 150 的孔隙率为 10%-90%。例如: 聚合物电解质层 150 的厚度为 1-3 μm ; 燃料电池用电极组件的厚度为 100-120 μm 。聚合物电解质层 150 的孔隙率为 10%-30%。聚合物电解质层 150 的厚度为 3-6 μm ; 燃料电池用电极组件的厚度为 120-150 μm 。聚合物电解质层 150 的孔隙率为 30%-60%。聚合物电解质层 150 的厚度为 6-10 μm ; 燃料电池用电极组件的厚度为 150-190 μm 。聚合物电解质层 150 的孔隙率为 60%-90%。

本申请还提供一种燃料电池, 包括负极导气槽、正极导气槽和设置于负极导气槽和正极导气槽之间的上述燃料电池用电极组件。

为使本申请实施例的目的、技术方案和优点更加清楚, 下面将对本申请实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述。实施例中未注明具体条件者, 按照常规条件或制造商建议的条件进行。所用试剂或仪器未注明生产厂商者, 均为可以通过市售购买获得的常规产品。

实施例 1

正极制备:

称取 60 wt% 的铂碳催化剂 0.02 g 放入烧杯中, 然后加入 2 g 超纯水, 通过磁力搅拌器, 以转速为 1200 rpm 的速度搅拌 8 min 得到浆料。

向上述浆料中添加 0.5 g 质量浓度为 5% 的全氟磺酸树脂溶液, 再次将上述浆料放到搅拌均匀器中进行搅拌, 搅拌转速为 1800 rpm, 搅拌时间为 15 min。

第二次搅拌完成后在向浆料中加入 4 g 异丙醇, 然后在浆料中添加 1 g 乙二醇, 超声处理 5 min 后加入乙酸铵溶液 (0.1 g 乙酸铵溶解到 0.5 g 超纯水中形成的乙酸铵溶液), 然后继续超声处理 30 min 得到催化剂浆料。

使用碳纤维纸作为正极扩散层, 首先把碳纤维纸裁切成 5 cm $\times$ 6 cm 的长方形, 并放到加热平台上进行加热, 加热温度是 100 $^{\circ}\text{C}$ 。然后将调配好的催化剂浆料均匀地喷涂到碳纤维纸上, 喷涂完成后在温度是 120 $^{\circ}\text{C}$ 的条件下固化 4 h, 固化好的电极作为燃料电池的正极使用。

负极制备:

称取 33 wt% 的铂碳催化剂 0.01 g 放入烧杯中, 然后加入 2 g 超纯水, 把水和催化剂放到搅拌均匀器上以转速为 1200 rpm 的速度搅拌 8 min 得到浆料。

向上述浆料中添加 0.1 g 质量浓度为 5% 的全氟磺酸树脂溶液, 再次将上述浆料放到搅拌均匀器中进行搅拌, 搅拌转速为 1800 rpm, 搅拌时间为 15 min。

第二次搅拌完成后在向浆料中加入 2 g 异丙醇, 然后在浆料中添加 0.5 g 乙二醇, 超声处理 5 min 后加入乙酸铵溶液 (0.08 g 乙酸铵溶解到 0.25 g 超纯水中形成的乙酸铵溶液), 然后继续超声处理 30 min

得到催化剂浆料。

使用碳纤维纸作为负极扩散层，首先把碳纤维纸裁切成 5 cm×6 cm 的长方形，并放到加热平台上进行加热，加热温度是 100℃。然后将调配好的催化剂浆料均匀地喷涂到碳纤维纸上，喷涂完成后在温度是 120℃的条件下固化 4 h，固化好的电极作为燃料电池的正极使用。

电极组件制备：

把固化好的电极裁剪成 2.5 cm×5 cm 的长方形，然后把正负极板贴合在一起热压，热压温度是 120℃，热压时间是 200 s，压力为 2 MPa。

放电性能测试：

将压好的正负极用硅胶粘到导气槽上，负极通入氢气，氢气压力为 0.3 MPa；正极使用空气提供氧气。先将电池进行活化，然后对活化完成的电池进行放电测试，在电池温度为 60℃，电压为 0.61 V 时，电流密度为 880 mAh/cm²。

实施例 2

本实施例提供的方法与实施例 1 的方法一致，其不同在于：浆料中未添加乙二醇。

实施例 3

本实施例提供的方法与实施例 1 的方法一致，其不同在于：浆料中未添加乙酸铵溶液。

实施例 4

本实施例提供的方法与实施例 1 的方法一致，其不同在于：全氟磺酸树脂溶液的质量浓度为 10%。

实施例 5

本实施例提供的方法与实施例 1 的方法一致，其不同在于：负极催化剂浆料的制备方法是：称取 33 wt%的铂碳催化剂 0.01 g 放入烧杯中，然后加入 2 g 超纯水，把水和催化剂放到搅拌均匀器上以转速为 1200 rpm 的速度搅拌 8 min 得到浆料。向上述浆料中加入 2 g 异丙醇，然后在浆料中添加 0.5 g 乙二醇，超声处理 5 min 后加入乙酸铵溶液（0.08 g 乙酸铵溶解到 0.25 g 超纯水中形成的乙酸铵溶液），然后继续超声处理 30 min 得到催化剂浆料。

将实施例 1-实施例 5 进行总结如表 1：

表 1 电极组件的制备方法以及放电性能

	催化剂浆料	放电性能测试
实施 例 1	正负极催化剂浆料中均添加乙二醇、乙酸铵和质量浓度为 5%的全氟磺酸树脂	在电池温度为 60℃，电压为 0.61 V 时，电 流密度为 880 mAh/cm ²
实施 例 2	正负极催化剂浆料中均添加乙酸铵和质量浓度为 5%的全氟磺酸树脂	在电池温度为 60℃，电压为 0.60V 时，电 流密度为 520mAh/m ²
实施 例 3	正负极催化剂浆料中均添加乙二醇和质量浓度为 5%的全氟磺酸树脂	在电池温度为 60℃，电压为 0.62V 时，电 流密度为 700mAh/m ²

实施 例 4	正负极催化剂浆料中均添加乙二醇、乙酸铵和质量浓度为 10%的全氟磺酸树脂	在电池温度为 60℃，电压为 0.60V 时，电流密度为 480mAh/m ²
实施 例 5	正极催化剂浆料中均添加乙二醇、乙酸铵和质量浓度为 5%的全氟磺酸树脂； 负极催化剂浆料中未添加质量浓度为 5%的全氟磺酸树脂	在电池温度为 60℃，电压为 0.60V 时，电流密度为 580mAh/m ²

从表 1 可以看出,实施例 1-实施例 5 提供的方法均能够得到不需要使用传统质子交换膜的电极组件,且实施例 1 和实施例 3 提供的方法制备的电极组件的发现效果较好。

图 3 为本申请实施例 1 提供的电池正极的第一扫描电镜图;图 4 为本申请实施例 1 提供的电池正极的第二扫描电镜图;图 5 为本申请实施例 1 提供的电池正极的第三扫描电镜图。图 3 是平面扫描电镜图,从图 3 可以看出,电池正极的上表面(双箭头标出的地方)具有一层薄层结构,说明其上表面形成有聚合物电解质层结构;图 4 和图 5 为手搬开电极正极以后的剖面扫描电镜图,从图 4 和图 5 可以看出,电解质与催化剂颗粒形成链接结构,微小颗粒之间形成不规则的连接、堆叠,从而形成微观孔道,起到气体传输和催化反应的作用,提高了燃料和催化剂颗粒的接触面积。

实施例 6

正极制备:

称取 60 wt%铂碳催化 0.02 g 放入烧杯中,然后加入 2 g 的超纯水,把水与催化剂放入超声仪中超声波震荡 20 min,继续加入 1 g 乙醇,超声波震荡 40 min 得到浆料。

称取 15 g 的聚苯并咪唑放入烧杯中,在烧杯中加入 85 g 的二甲基乙酰胺放入磁力搅拌器中搅拌,得到质量浓度为 15%的聚苯并咪唑溶液。称取 1g 的聚苯并咪唑溶液加入上述浆料中然后超声波震动 40min 得到催化剂浆料。

使用碳纤维纸作为正极扩散层,首先把碳纤维纸裁切成 5 cm×6 cm 的长方形,并放到加热平台上进行加热,加热温度是 120℃。然后将调配好的催化剂浆料均匀地喷涂到碳纤维纸上,喷涂完成后在温度是 140℃的条件下固化 4 h,固化好的电极作为燃料电池的正极使用。

最后将制备好的电极浸入到磷酸溶液中,浸泡时间是 20 h,浸泡完成后在将电极在 150℃下烘干。

负极制备:

称取 60 wt%铂碳催化 0.01 g 放入烧杯中,然后加入 1 g 的超纯水,把水与催化剂放入超声仪中超声波震荡 20 min,继续加入 1 g 乙醇,超声波震荡 40 min 得到浆料。

称取 15 g 的聚苯并咪唑放入烧杯中,在烧杯中加入 85 g 的二甲基乙酰胺放入磁力搅拌器中搅拌,得到质量浓度为 15%的聚苯并咪唑溶液。称取 1.5g 的聚苯并咪唑溶液加入上述浆料中然后超声波震动 40min 得到催化剂浆料。

使用碳纤维纸作为负极扩散层，首先把碳纤维纸裁切成 5 cm×6 cm 的长方形，并放到加热平台上进行加热，加热温度是 120℃。然后将调配好的催化剂浆料均匀地喷涂到碳纤维纸上，喷涂完成后在温度是 140℃的条件下固化 4 h，固化好的电极作为燃料电池的正极使用。

最后将制备好的电极浸入到磷酸溶液中，浸泡时间是 20 h，浸泡完成后在将电极在 150℃下烘干。

电极组件制备：

把制备好的电极裁剪成 2.5 cm×5 cm 的长方形，然后把正负极板贴合在一起热压，热压温度是 120℃，热压时间是 200 s，压力为 2 MPa。

放电性能测试：

将压好的正负极用硅胶粘到导气槽上，负极通入氢气，氢气压力为 0.3 MPa；正极使用空气提供氧气。先将电池进行活化，然后对活化完成的电池进行放电测试，在电池温度为 120℃，电压为 0.63 V 时，电流密度为 600 mAh/cm²；在电池温度为 80℃，电压为 0.63 V 时，电流密度为 600 mAh/cm²；在电池温度为 150℃，电压为 0.63 V 时，电流密度为 450 mAh/cm²。

从上述内容可知，该电池可以在高温下运行，在高温中工作的燃料电池避免了催化剂中毒现象，燃料电池的使用寿命长，电池工作稳定。

实施例 7

本实施例提供的方法与实施例 6 的方法一致，其不同在于：浆料中未添加乙醇。

实施例 8

本实施例提供的方法与实施例 6 的方法一致，其不同在于：将磷酸溶液替换成氢氧化钾溶液。

实施例 9

本实施例提供的方法与实施例 6 的方法一致，其不同在于：聚苯并咪唑溶液的质量浓度为 10%。

实施例 10

本实施例提供的方法与实施例 6 的方法一致，其不同在于：聚苯并咪唑溶液的质量浓度为 20%。

实施例 11

本实施例提供的方法与实施例 6 的方法一致，其不同在于：称取 60 wt%铂碳催化 0.01 g 放入烧杯中，然后加入 1 g 的超纯水，把水与催化剂放入超声仪中超声波震荡 20 min，继续加入 1 g 乙醇，超声波震荡 40 min 得到催化剂浆料。

将实施例 6-实施例 11 进行总结如表 2：

表 2 电极组件的制备方法以及放电性能

	催化剂浆料	浸泡液	放电性能测试
实施例 6	正负极催化剂浆料中均添加乙醇和质量浓度为 15%的聚苯并咪唑溶液	磷酸溶液	在电池温度为 120℃，电压为 0.63V 时，电流密度为 600mAh/m ² ；在电池温度为 80℃，电压为 0.63V 时，电流密度为 600mAh/m ² ；在电池温度为 150℃，电压为

			0.63V 时, 电流密度为 450mAh/m ²
实施例 7	正负极催化剂浆料中均添加质量浓度为 15% 的聚苯并咪唑溶液	磷酸溶液	在电池温度为 150℃, 电压为 0.60V 时, 电流密度为 580mAh/m ² ; 在电池温度为 160℃, 电压为 0.61V 时, 电流密度为 700mAh/m ²
实施例 8	正负极催化剂浆料中均添加乙醇和质量浓度为 15% 的聚苯并咪唑溶液	氢氧化钾溶液	在电池温度为 80℃, 电压为 0.60V 时, 电流密度为 200mAh/m ²
实施例 9	正负极催化剂浆料中均添加乙醇和质量浓度为 10% 的聚苯并咪唑溶液	磷酸溶液	在电池温度为 150℃, 电压为 0.60V 时, 电流密度为 760mAh/m ²
实施例 10	正负极催化剂浆料中均添加乙醇和质量浓度为 20% 的聚苯并咪唑溶液	磷酸溶液	在电池温度为 150℃, 电压为 0.60V 时, 电流密度为 800mAh/m ²
实施例 11	正极催化剂浆料中添加乙醇和质量浓度为 15% 的聚苯并咪唑溶液; 负极催化剂浆料中未添加质量浓度为 15% 的聚苯并咪唑溶液	正极浸泡磷酸溶液, 负极未浸泡	在电池温度为 120℃, 电压为 0.60V 时, 电流密度为 630mAh/m ²

从表 2 可以看出, 实施例 6-实施例 11 提供的方法均能够得到不需要使用传统质子交换膜的电极组件, 且实施例 9 和实施例 10 提供的方法制备的电极组件的发现效果较好。

实施例 12

正极制备:

称取 60 wt% 铂碳催化 0.02 g 放入烧杯中, 然后加入 2 g 的超纯水, 在用乳化搅拌器进行搅拌, 搅拌转速为 2000 rpm, 乳化时间是 20 min。继续添加 3 g 异丙醇, 60% 的 PTFE 乳液 2.5 g, 加入完成后再进行搅拌乳化, 搅拌转速控制在 10000 rpm。

称取 1 g 碳酸氢铵放入烧杯中, 在向烧杯中加入 5 g 的超纯水, 然后用磁力搅拌器搅拌 30 min, 得到质量浓度为 20% 的碳酸氢铵溶液。称取 2 g 碳酸氢铵溶液加入上述浆料中, 然后放入超声仪中超声波震动 120 min 得到催化剂浆料。

使用碳纤维纸作为正极扩散层, 首先把碳纤维纸裁切成 5 cm×6 cm 的长方形, 并放到加热平台上进行加热, 加热温度是 100℃。然后将调配好的催化剂浆料均匀地喷涂到碳纤维纸上, 喷涂完成后在温度是 140℃ 的条件下烘 100min 得到电极。

称取 5 g 全氟磺酸树脂放入烧杯中, 在向烧杯中加入异丙醇 95 g, 通过磁力搅拌器搅拌 100 min 得

到全氟磺酸树脂溶液。把喷涂好的电极放到全氟磺酸树脂溶液中浸渍 20 h，然后取出电极在 160℃ 的条件下烘干，得到电池正极。

负极制备：

称取 60 wt% 的铂碳催化剂 0.01 g 放入烧杯中，然后向烧杯中加入超纯水 1 g，在用乳化搅拌器进行搅拌得到浆料。搅拌转速为 2000 rpm，乳化时间是 20 min。继续添加 1.5 g 异丙醇，60% 的 PTFE 乳液 1.5 g，加入完成后再进行搅拌乳化，搅拌转速控制在 10000 rpm。

称取 0.5 g 碳酸氢铵放入烧杯中，在向烧杯中加入 2.5 g 的超纯水，然后用磁力搅拌器搅拌 30min，得到质量浓度为 20% 的碳酸氢铵溶液。称取 1 g 碳酸氢铵溶液加入上述浆料中，然后放入超声仪中超声波震动 120 min 得到催化剂浆料。

使用碳纤维纸作为负极扩散层，首先把碳纤维纸裁切成 5 cm×6 cm 的长方形，并放到加热平台上进行加热，加热温度是 100℃。然后将调配好的催化剂浆料均匀地喷涂到碳纤维纸上，喷涂完成后在温度是 140℃ 的条件下烘 100min 得到电极。

称取 2.5 g 全氟磺酸树脂放入烧杯中，在向烧杯中加入异丙醇 47.5 g，通过磁力搅拌器搅拌 100 min 得到全氟磺酸树脂溶液。把喷涂好的电极放到全氟磺酸树脂溶液中浸渍 20 h，然后取出电极在 160℃ 的条件下烘干，得到电池正极。

电极组件制备：

把制备好的电极裁剪成 2.5 cm×5 cm 的长方形，然后把正负极板贴合在一起热压，热压温度是 120℃，热压时间是 200 s，压力为 2 MPa。

放电性能测试：

将压好的正负极用硅胶粘到导气槽上，负极通入氢气，氢气压力为 0.3 MPa；正极使用空气提供氧气。先将电池进行活化，然后对活化完成的电池进行放电测试，在电池温度为 60℃，电压为 0.61 V 时，电流密度为 560 mAh/cm²；在电池温度为 90℃ 时，电压为 0.65 V 时，电流密度为 610 mAh/cm²。

实施例 13

本实施例提供的方法与实施例 12 的方法一致，其不同在于：

正极制备：

称取 5 g 聚苯并咪唑放入烧杯中，在向烧杯中加入二甲基乙酰胺 95 g，通过磁力搅拌器搅拌 100 min 得到聚苯并咪唑溶液。把喷涂好的电极放到全聚苯并咪唑溶液中浸渍 20 h，然后取出电极在 160℃ 的条件下烘干，然后放入磷酸溶液中浸泡 20h 以后，烘干得到电池正极。

负极制备：

称取 2.5 g 聚苯并咪唑放入烧杯中，在向烧杯中加入二甲基乙酰胺 47.5 g，通过磁力搅拌器搅拌 100 min 得到聚苯并咪唑溶液。把喷涂好的电极放到全聚苯并咪唑溶液中浸渍 20 h，然后取出电极在 160℃

的条件下烘干，然后放入磷酸溶液中浸泡 20h 以后，烘干得到电池正极。

实施例 14

本实施例提供的方法与实施例 12 的方法一致，其不同在于：浆料中未添加碳酸氢铵溶液。

实施例 15

本实施例提供的方法与实施例 12 的方法一致，其不同在于：全氟磷酸树脂溶液的质量浓度为 10%。

将实施例 12-实施例 15 进行总结如表 3：

表 3 电极组件的制备方法以及放电性能

	催化剂浆料	浸泡聚合物电解质溶液	放电性能测试
实施例 12	正负极催化剂浆料中均添加异丙醇、PTFE 乳液和碳酸氢铵	浸泡质量浓度为 5%的全氟磷酸树脂溶液	在电池温度为 60℃，电压为 0.61 V 时，电流密度为 560 mAh/cm ² ；在电池温度为 90℃时，电压为 0.65 V 时，电流密度为 610 mAh/cm ²
实施例 13	正负极催化剂浆料中均添加异丙醇、PTFE 乳液和碳酸氢铵	先浸泡质量浓度为 5%的聚苯并咪唑溶液，后浸泡磷酸溶液	在电池温度为 160℃，电压为 0.62V 时，电流密度为 550mAh/m ²
实施例 14	正负极催化剂浆料中均添加异丙醇和 PTFE 乳液	浸泡质量浓度为 5%的全氟磷酸树脂溶液	在电池温度为 80℃，电压为 0.63V 时，电流密度为 810mAh/m ²
实施例 15	正负极催化剂浆料中均添加异丙醇、PTFE 乳液和碳酸氢铵	浸泡质量浓度为 10%的全氟磷酸树脂溶液	在电池温度为 45℃，电压为 0.60V 时，电流密度为 660mAh/m ²

从表 3 可以看出，实施例 12-实施例 15 提供的方法均能够得到不需要使用传统质子交换膜的电极组件，且实施例 14 提供的方法制备的电极组件的发现效果较好。

以上所描述的实施例是本申请一部分实施例，而不是全部的实施例。本申请的实施例的详细描述并非旨在限制要求保护的本申请的范围，而是仅仅表示本申请的选定实施例。基于本申请中的实施例，本领域普通技术人员在没有作出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例，都属于本申请保护的范围。

权利要求书

- 1.一种无质子交换膜的燃料电池用电极组件，其特征在于，包括：
聚合物电解质层；
位于所述聚合物电解质层的两个表面的负极催化剂层和正极催化剂层；
位于所述负极催化剂层的背离所述聚合物电解质层的负极扩散层，以及位于所述正极催化剂层的背离所述聚合物电解质层的正极扩散层；
其中，所述聚合物电解质层的材料仅含有聚合物电解质。
- 2.根据权利要求1所述的无质子交换膜的燃料电池用电极组件，其特征在于，所述聚合物电解质层包括全氟磺酸树脂、全氟羧酸树脂、磺化聚醚醚酮树脂、磺化聚砜树脂以及酸液或碱液浸泡的聚苯并咪唑中的至少一种。
- 3.根据权利要求1所述的无质子交换膜的燃料电池用电极组件，其特征在于，所述聚合物电解质层的厚度为1-10 μm ；所述燃料电池用电极组件的厚度小于200 μm 。
- 4.根据权利要求1-3任一项所述的无质子交换膜的燃料电池用电极组件，其特征在于，所述负极催化剂层或/和所述正极催化剂层包括聚合物电解质材料和催化剂活性材料，所述聚合物电解质材料与所述聚合物电解质层中的聚合物电解质材料一致。
- 5.根据权利要求4所述的无质子交换膜的燃料电池用电极组件，其特征在于，所述催化剂活性材料与所述聚合物电解质材料的质量比为1：(0.1-0.5)；
可选地，所述催化剂活性材料的粒径范围为0.1-1 nm，所述聚合物电解质材料的粒径范围为0.2-5 μm ；
可选地，所述催化剂层的孔隙率为10%-90%。
- 6.根据权利要求4所述的无质子交换膜的燃料电池用电极组件，其特征在于，所述催化剂活性材料包括贵金属催化剂，或/和金属氧化物催化剂；
可选地，所述贵金属催化剂包括Pt催化剂、Pt基复合催化剂和Pt/C催化剂中的至少一种；
可选地，所述金属氧化物催化剂包括铈氧化物、铷氧化物和钇氧化物中至少一种。
- 7.根据权利要求1-3任一项所述的无质子交换膜的燃料电池用电极组件，其特征在于，所述负极扩散层或/和所述正极扩散层的材料选自碳纤维纸、碳纤维编织布、碳黑纸、泡沫金属和无纺布中的一种；
可选地，所述泡沫金属选自泡沫镍、泡沫铜、泡沫铝、泡沫锌和泡沫钛中的一种；
可选地，所述负极扩散层和所述正极扩散层均为碳纤维纸。
- 8.一种燃料电池，其特征在于，包括负极导气槽、正极导气槽和设置于所述负极导气槽和所述正极导气槽之间的权利要求1-7任一项所述的无质子交换膜的燃料电池用电极组件。
- 9.一种权利要求1-7任一项所述的无质子交换膜的燃料电池用电极组件的制备方法，其特征在于，包括：
在所述正极扩散层形成所述正极催化剂层得到正极电极；在所述负极扩散层上形成所述负极催化剂

层得到负极电极；并在所述正极催化剂层或/和所述负极催化剂层上生长所述聚合物电解质层；

将所述正极电极和所述负极电极复合使所述聚合物电解质层位于所述正极催化剂层和负极催化剂层之间。

10.根据权利要求9所述的制备方法，其特征在于，在所述正极扩散层上形成所述正极催化剂层的同时形成聚合物电解质树脂层得到所述正极电极；

或/和在所述负极扩散层上形成所述负极催化剂层的同时形成聚合物电解质树脂层得到所述负极电极；

将所述正极电极和所述负极电极复合使所述聚合物电解质树脂层位于所述正极催化剂层和所述负极催化剂层之间。

11.根据权利要求10所述的制备方法，其特征在于，所述正极电极或/和所述负极电极的制备方法，包括：

将催化剂活性材料、催化剂溶剂和聚合物电解质树脂混合得到催化剂浆料；

将所述催化剂浆料涂覆于所述扩散层的表面并固化，使所述扩散层上形成靠近所述扩散层的催化剂层以及远离所述扩散层的所述聚合物电解质树脂层；

可选地，所述聚合物电解质树脂包括全氟磺酸树脂、全氟羧酸树脂、磺化聚醚醚酮树脂和磺化聚砜树脂中的至少一种；

可选地，所述聚合物电解质树脂在所述催化剂浆料中的质量浓度为2%-20%，所述催化剂活性材料在所述催化剂浆料中的质量浓度为5%-45%，所述催化剂活性材料与所述聚合物电解质树脂的质量比为1: (0.2-0.5)。

12.根据权利要求11所述的制备方法，其特征在于，所述催化剂浆料中还包括高沸点溶剂，所述高沸点溶剂的沸点大于所述催化剂溶剂的沸点；

可选地，所述催化剂溶剂包括异丙醇、乙醇、甲醇和丙醇中的至少一种，所述高沸点溶剂包括乙二醇或甘油；

可选地，所述催化剂浆料中还包括开孔剂；

可选地，所述开孔剂包括乙酸铵、硫酸铵和碳酸氢铵中的至少一种；

可选地，所述催化剂活性材料与所述高沸点溶剂和所述开孔剂的质量比为1: (0.1-3) : (0.1-0.33)。

13.根据权利要求9所述的制备方法，其特征在于，在所述正极扩散层上形成所述正极催化剂层的同时形成多孔聚合物层得到所述正极电极；

或/和在所述负极扩散层上形成所述负极催化剂层的同时形成多孔聚合物层得到所述负极电极；

将所述多孔聚合物层浸泡在酸液或碱液中，干燥后形成聚合物电解质层；

将所述正极电极和所述负极电极复合使所述聚合物电解质层位于所述正极催化剂层和负极催化剂层之间；

可选地，所述酸液为磷酸溶液、硫酸溶液、盐酸溶液或硝酸溶液；

可选地，所述酸液的质量浓度为 5%-15%；

可选地，所述碱液是氢氧化钠溶液或/和氢氧化钾溶液；

可选地，所述碱液的质量浓度为 5%-15%。

14. 根据权利要求 13 所述的制备方法，其特征在于，所述正极电极或/和所述负极电极的制备方法，包括：

将催化剂活性材料、催化剂溶剂和多孔聚合物混合得到催化剂浆料；

将所述催化剂浆料涂覆于所述扩散层的表面，干燥使所述扩散层上形成靠近所述扩散层的所述催化层以及远离所述扩散层的所述多孔聚合物层；

可选地，所述多孔聚合物包括聚苯并咪唑；

可选地，所述多孔聚合物在所述催化剂浆料中的质量浓度为 2%-20%，所述催化剂活性材料在所述催化剂浆料中的质量浓度为 5%-45%，所述催化剂活性材料与所述多孔聚合物的质量比为 1: (0.2-0.5)。

15. 根据权利要求 14 所述的制备方法，其特征在于，所述催化剂浆料中还包括高沸点溶剂，所述高沸点溶剂的沸点大于所述催化剂溶剂的沸点；

可选地，所述催化剂溶剂包括异丙醇、乙醇、甲醇和丙醇中的至少一种，所述高沸点溶剂包括乙二醇、甘油；

可选地，所述催化剂浆料中还包括开孔剂；

可选地，所述开孔剂包括乙酸铵、硫酸铵和碳酸氢铵中的至少一种；

可选地，所述催化剂活性材料与所述高沸点溶剂和所述开孔剂的质量比为 1: (0.1-3) : (0.1-0.33)。

16. 根据权利要求 9 所述的制备方法，其特征在于，在所述正极扩散层上形成所述正极催化层得到所述正极电极，在所述负极扩散层上形成所述负极催化层得到所述负极电极；

将所述正极电极或/和所述负极电极的所述催化层浸泡在聚合物电解质树脂溶液中，干燥后在所述催化层上形成聚合物电解质树脂层；

将所述正极电极和所述负极电极复合使所述聚合物电解质树脂层位于所述正极催化层和所述负极催化层之间；

可选地，所述聚合物电解质树脂溶液的质量浓度为 3%-10%；

可选地，所述聚合物电解质树脂包括全氟磺酸树脂、全氟羧酸树脂、磺化聚醚醚酮树脂和磺化聚砜树脂中的至少一种。

17. 根据权利要求 9 所述的制备方法，其特征在于，在所述正极扩散层上形成所述正极催化层得到所述正极电极，在所述负极扩散层上形成所述负极催化层得到所述负极电极；

将所述正极电极或/和所述负极电极的所述催化层浸泡在多孔聚合物溶液中，干燥后在所述催化层上形成多孔聚合物层；

将所述多孔聚合物层浸泡在酸液或碱液中，干燥后形成聚合物电解质层；

将所述正极电极和所述负极电极复合使所述聚合物电解质层位于所述正极催化剂层和所述负极催化剂层之间；

可选地，所述多孔聚合物溶液的质量浓度为 3%-10%；

可选地，所述多孔聚合物为聚苯并咪唑；

可选地，所述酸液为磷酸溶液、硫酸溶液、盐酸溶液或硝酸溶液；

可选地，所述酸液的质量浓度为 5%-15%；

可选地，所述碱液是氢氧化钠溶液或/和氢氧化钾溶液；

可选地，所述碱液的质量浓度为 5%-15%。

18.根据权利要求 16 或 17 所述的制备方法，其特征在于，所述正极电极或/和所述负极电极的制备方法，包括：

将催化剂活性材料、催化剂溶剂和疏水性聚合物混合得到催化剂浆料；

将所述催化剂浆料涂覆于所述扩散层的表面，干燥使所述扩散层上形成所述催化剂层聚合物电解质层；

可选地，所述疏水性聚合物为 PTFE 乳液或二甲基硅油；

可选地，所述疏水性聚合物在所述催化剂浆料中的质量浓度为 2%-20%，所述催化剂活性材料在所述催化剂浆料中的质量浓度为 5%-45%，所述催化剂活性材料与所述疏水性聚合物的质量比为 1: (0.2-0.5)。

19.根据权利要求 18 所述的制备方法，其特征在于，所述催化剂浆料中还包括开孔剂；

可选地，所述开孔剂包括乙酸铵、硫酸铵和碳酸氢铵中的至少一种；

所述催化剂活性材料与所述开孔剂的质量比为 1: (0.1-0.33)。